

분쇄닭가슴살의 수세 방법과 pH 조절 수준에 따른 Surimi의 이화학적 특성

박기훈* · 진상근* · 김일석* · 하지희* · 강석모* · 최영준** · 김진수**

진주산업대학교 동물소재공학과*, 경상대학교 해양생물이용학부**

Physico-chemical Characteristics of Surimi by Washing Method and pH Control Level of Chopped Chicken Breast

K. H. Park*, S. K. Jin*, I. S. Kim*, J. H. Ha*, S. M. Kang*, Y. J. Choi** and J. S. Kim**

Department of Animal Resources Technology, Jinju National University*, Division of Marine Bioscience and Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University**

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the physico-chemical characteristics of chicken breast surimi processed by four times washing (C) and adjustment to pH 3.0 (T1) and pH 11.0 (T2). Water, crude protein, myofibrillar protein and yield of the treatment C were lower compared to other two treatments. Crude fat of T2 was higher than other two treatments. pH, WHC, breaking force and deformation were not different among the treatments. Shear force of T2 was the highest, followed by T1 and C. L* of T2 and a* of T1 were lower than other two treatments. b* of C was the highest, while T2 was the lowest. Brittleness and hardness in textural properties were not different among the treatments. Cohesiveness of T1 was the lowest among three treatments. Springiness and chewiness of T1 and T2 were higher than those of treatment C, respectively. Gumminess of T2 were higher compared to C and T1. Appearance and flavor in sensory evaluation were the highest in T1 and the lowest in C among three treatments. Color, aroma, juiciness, tenderness and overall acceptability were not different among the treatments. In conclusion, physico-chemical quality of chicken breast surimi was the highest in T2 among three treatments.

(Key words : Chicken breast surimi, Washing, pH adjustment)

I. 서 론

전 세계적인 수산 어획량의 감소(Riley, 2002)와 더불어 주요 수리미 자원인 명태 어획량도 감소함에 따라 이를 대체할 수 있는 수리미 가공 적성을 지닌 백색 어류들(Morrissey와 Tan, 2000; Riley, 2002)은 연간 30만톤 이상의 다획

성 어류 중 약 56.7%를 차지 할 정도로 많은 어획량을 보이지만 크기가 작고, 다량의 지방, 육색소 및 근형질단백질들로 인하여 가공 적성이 떨어지는 단점을 지니고 있어 이들 일시 다획성 어류의 유효 이용에 관한 관심이 고조되고 있다(Davis, 1988; Jiang 등, 1998; Hultin과 Kelleher, 2000; Underland 등, 2002).

Corresponding author : S. K. Jin, Department of Animal Resources Technology, Jinju National University, Jinju, 660-758, Korea.

Tel : 82-055-751-3283, Fax : 82-055-758-1892, E-mail : skjin@jinju.ac.kr

일시에 대량 어획되는 백색육 어류는 주로 수리미 가공에 상용되고 있으나, 장기간 냉동한 어류와 24시간이 경과한 빙장 어류는 어육 단백질의 변성 혹은 효소에 의한 육단백질 분괴(MacDonald 등, 1992; Simpson 등, 1994; Park 등, 1997)로 인하여 적절한 가열 젤을 형성할 수 없기 때문에 빙장 상태로 빠른 시간 내에 육상 공장에 운반하거나 어획 장소 근처의 공모선을 이용하여 선상에서 가공하고 있다(Toyoda 등, 1992; Park과 Morrissey, 2000). 그리고 적색육 어류는 단백질의 변성 속도가 빠르고(Watabe 등, 1983), 근형질 단백질이 어육 젤 형성을 방해하기 때문에 알칼리 수세법을 이용하여 수리미를 제조하고 있다(Shimizu 등, 1992). 그러나 이 같은 수리미 제조법은 수율과 젤 형성능이 저하하는 문제점을 가지고 있다(MacDonald 등, 1992; Hultin과 Kelleher, 2000). 한편, 어육 수리미는 결체조직과 같은 육기질 단백질이 거의 없어 계맛살과 같은 찢어 먹을 수 있는 조직감을 재현하기가 용이하다. 그러나 축육에는 결체조직이나 육기질 단백질들이 많아 시이트형으로 압출 시 노즐에 힘줄이나 근막 등의 찌꺼기가 막혀서 계맛살형 제품을 생산하는데 어려움이 있다.

최근 산(pH 2.5)과 알칼리(pH 10.5) 용액에서 어육 단백질을 용해시키고 pH 5.0~5.5에서 용해한 단백질을 침전하여 회수한 후 중성으로 pH를 재조절하여 기능성 단백질을 회수하는 방법이 개발되어 여러 가지 육 단백질에 대한 적용 가능성과 회수한 단백질의 젤화 특성을 검토하여(Underland 등, 2002; Venugopal 등, 2002), 그 사용방법의 경제성이 입증되고 있다. 그러나 어육(명태 등)을 원료로 수회에 걸친 수세와 원심분리 방법을 이용하여 염용성단백질만을 추출하여 수리미화 하는 기존의 수세법은 많은 폐수가 발생하고(Pacheco-Aguilar 등, 1989; Toyota 등, 1992), 이를 정화하기 위한 비용이 과다하며, 수율 또한 20~25%에 불과하여(Lin과 Park, 1996), 산업화 측면에서 사

용성과 경제성이 떨어지는 문제점을 가지고 있다. 본 연구는 여러 가지 단점에도 불구하고 기존에 널리 사용되고 있는 수세법과 최근 연구되고 있는 pH 조절에 의한 닭고기 수리미 제조방법 간의 비교를 통하여 효율적인 축육 수리미를 제조하는 방안을 모색하고자 실시되었다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 시험설계

실험에 사용한 닭가슴살은 (주)하림에서 구입하여 이용하였으며, 각 처리구별로 5마리 가슴살을 섞어서 3반복 실험하였다. 수세법은 원료육의 6배 증류수와 함께 8,000 rpm으로 30초간 균질한 후 10,000 × g 25분 원심분리하여 단백질을 회수하되 동일한 방법으로 4회 반복 수세한 처리구를 C, 수세법과 동일하게 균질하여 식용 1 N HCl 또는 1 N NaOH로 pH를 3.0로 조절한 처리구를 T1, 11.0으로 조절한 처리구를 T2로 하였다. pH 조절 후 10,000 × g 25분 원심분리하여 최상층(중성지방 등 유화층)과 최저층(결체조직, 막지질 등)을 버리고 중간층(염용성 및 수용성단백질)을 회수한 후 단백질 침전을 위하여 1 N HCl 또는 1 N NaOH를 이용하여 pH 5.0~5.5로 조절한 후 30분간 방치하였다. 이를 다시 10,000 × g 25분 원심분리하여 단백질을 회수한 후 단백질의 변성을 최소화하기 위하여 1 N NaOH로 pH 7.0으로 조절하였다. 이때 최종 수분 함량을 측정하여 78%로 조절한 후 NaCl 2%를 첨가하고 셀룰로스 케이싱(지름 1.8 cm)에 충전하여 78℃에서 30분 탕침 가열한 후 시험에 공시하였다.

2. 조사항목 및 방법

(1) 일반성분

일반성분은 AOAC(1990) 방법을 따라 수분은

건조법, 조단백질 함량은 Micro kjeldahl 방법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법 및 조회분 함량은 전기회화로를 이용하여 측정하였다.

(2) pH

시료 3 g을 증류수 27 ml와 함께 Homogenizer (T25B, IKA Sdn. Bhd., Malaysia)로 14,000 rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(Metrohm 632, Swiss)로 측정하였다.

(3) 육색

육색은 Chroma meter(Model CR-210, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 동일한 시료의 단면을 3회 반복 측정하였다. 이때 표준색판은 $L^*=89.2$, $a^*=0.921$, $b^*=0.783$ 으로 하였다.

(4) 전단가 및 조직감

Instron 3343(A & D Co., US/MX50, USA)을 이용하여 전단가는 shearing cutting test로 실린더형의 신선육(Ø1.8×2.0 cm)을 가로로 놓여서 지름 5 mm의 knife형 plunger를 이용하였고, 조직감은 mastication test로 실린더형의 가열육(Ø1.8×2.0 cm)을 세로로 세워서 adapter No. 5의 구형 plunger를 이용하여 측정하였다. 이 때 분석 조건은 전단가 및 조직감 공히 chart speed 120 mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 60 mm/min, 시료높이 20 mm로 하였다. 조직감은 표면경도(brittleness), 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 조사하였다.

(5) 파괴강도와 변형값

Okada의 방법(1964)에 따라 실린더형의 가열육(Ø1.8×2.0 cm) 위에 지름 5 mm의 구형 plunger를 장착하고 60 mm/min의 속도로 올리면서 Rheometer(EZ-Test, Shimadzu, Japan)로 파괴강도(breaking force)와 변형값(deformation)을 측정하였다.

(6) 염용성 단백질 추출성

시료 5 g에 증류수 30 ml를 넣은 후 균질하여 1,500×g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 버리고 하층의 분리된 시료에 NaCl 3%를 첨가해서 다시 균질, 원심분리하여 회수한 상층액과 뷰렛시약을 3:2로 혼합해서 540 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선에 의해 염용성단백질 함량(%)으로 표시하였다.

(7) 보수력

마쇄한 시료를 70℃의 항온수조에서 30분간 가열한 다음 냉각하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 무게를 측정하여 전수분에 대한 백분율로 계산하였다.

(8) 수율

수율은 수리미 제조 시 사용한 원료육의 무게에 대한 최종 수분을 78%로 조절하기 전의 수리미 무게의 비로 하였다.

(9) 관능검사

관능검사는 잘 훈련된 관능검사위원 10명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 최종 회수한 닭가슴살의 단백질을 셀룰로오스 케이싱(지름 1.8 cm)에 충전하여 78℃에서 30분 탕침 가열한 후 측정하였다. 각 검사 요인별로 1점은 매우 나쁘거나 낮음(extremely bad or slight), 9점은 매우 좋거나 강함(extremely good or much)으로 표시하게 하였다.

3. 통계 분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General linear model) 방법으로 분석하였고 처리 평균 간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple range test가 이용되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

닭가슴살을 이용해 수세법과 pH 조절법에 의해 제조된 수리미의 일반성분을 Table 1에 나타내었다. 수분, 조단백질과 염용성단백질 함량 및 수율은 수세법에 의한 처리구 C에 비하여 산 처리구인 T1과 알칼리 처리구인 T2가 유의적으로 높았다. 수세에 의한 방법보다 산 및 알칼리 처리에 의해 회수된 회수율이 높았다는 보고(Park 등, 2003)와 일치하였으며, 수세나 산 처리에 의한 단백질 회수보다 알칼리 처리에 의한 단백질 회수율이 높았다고 보고(Suzuki, 1981) 하였는데 본 연구 결과 산과 알칼리 처리에 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조지방 함량은 알칼리 처리구인 T2가 다른 두 구에 비하여 유의적으로 높았다.

2. 이화학적 특성

닭가슴살을 이용해 수세법과 pH 조절법에

의해 제조된 수리미의 이화학적 특성을 Table 2에 나타내었다. 파괴강도는 단백질의 양이 많을수록 높고, 변형값은 변성되지 않은 단백질의 양이 많을수록 높다. pH, 보수력, 파괴강도, 변형값은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Park 등(2003a)은 산과 알칼리 처리한 시료에서 회수된 단백질로 만든 젤의 파괴강도와 변형값 비교에서 산 처리보다 알칼리 처리가 두 항목 모두 더 높게 나타났다고 보고하여 본 연구 결과와는 차이를 보였는데 이는 원료와 산 및 알칼리 처리의 조건 차이에 기인하는 것으로 판단된다. Park(1994)은 수분 함량의 감소는 파괴강도와 변형값을 크게 증가시키는 것으로 보고했고, 또한 Jung 등(2004)은 어육, 닭가슴살 및 돼지 후지육을 이용하여 알칼리 공정으로 회수한 기능성 단백질 젤의 특성과 최적화에서 변형값은 꼬마 민어 > 닭가슴살 > 돼지 후지육 > 갈고등어 순으로 높았다고 보고해 축종에 따른 차이를 뒷받침 해 주고 있다. Nowsad 등(2000)은 수세 및 미수세의 동일한 조건하에 젤강도와 파괴강도는 브로일러와 비교 시 노계육에서 더 높게 나타났다고 하였다. 수리미에

Table 1. Proximate compositions, myofibrillar protein and yield on chicken breast surimi

Treatments ¹⁾	Water (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Myofibrillar protein (%)	Yield(%)
C	80.58 ± 1.13 ^b	19.28 ± 0.90 ^b	0.19 ± 0.17 ^b	3.63 ± 0.13 ^b	38.00 ± 2.00 ^c
T1	81.42 ± 0.99 ^a	21.24 ± 0.42 ^a	0.40 ± 0.15 ^b	4.06 ± 0.05 ^a	66.67 ± 2.52 ^a
T2	83.57 ± 3.01 ^a	21.59 ± 0.57 ^a	0.70 ± 0.34 ^a	4.11 ± 0.03 ^a	60.00 ± 2.00 ^b

¹⁾ C (four times washing), T1 (adjusted to pH 3.0), T2 (adjusted to pH 11.0).

^{a-c} Means with different superscripts in the same column significantly differ at p<0.05.

Table 2. Physico-chemical characteristics on chicken breast surimi

Treatments ¹⁾	C	T1	T2
pH	6.42 ± 0.05	6.40 ± 0.22	6.57 ± 0.35
WHC (%)	76.84 ± 0.98	77.59 ± 0.59	77.49 ± 0.60
Shear force (kg/cm ²)	1.92 ± 0.11 ^c	2.27 ± 0.22 ^b	2.86 ± 0.13 ^a
Breaking force (g)	207.20 ± 2.95	209.02 ± 3.35	205.85 ± 1.47
Deformation (mm)	5.19 ± 0.36	5.18 ± 0.39	4.87 ± 0.04

¹⁾ C (four times washing), T1 (adjusted to pH 3.0), T2 (adjusted to pH 11.0).

^{a-c} Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.

감자, 옥수수 및 밀전분과 같은 첨가물을 첨가 시 파괴강도는 감소하고, 변형값은 유의적인 영향을 미치지 않으며, 소 혈청 단백질은 변형값을 다소 증가시켰으나 분말 난백 단백질은 크게 감소시킨다고 보고하였다(Choi와 Choi, 2003). 한편, Rawdkuen 등(2004)은 닭 혈청 단백질의 첨가수준이 증가함에 따라 어육수루미의 modori gel의 파괴강도와 변형값은 증가하고, myosin heavy chain이 훨씬 더 많이 존재한다고 하였다. 진단가는 알칼리 처리구인 T2가 가장 높고, 산 처리구인 T1, 수세법인 처리구 C 순이었다.

3. 육색

닭가슴살을 이용해 수세법과 pH 조절법에 의해 제조된 수리미의 육색은 Table 3에 나타내었다. 색의 명도(L*)는 알칼리 처리구인 T2가 다른 두 구에 비하여 낮았다. Park 등(2003b)은 수리미의 백색도(L*-3b*)는 육색소인 myoglobin 등이 함유된 수용성인 근형질 단백질의 함량이 많을수록 낮다고 하여 명도와 황색도와 관련성을 제시하였다. 적색도(a*)는 산 처리구인 T1이 다른 두 구에 비하여 낮았다. 황색도(b*)는 수세법인 처리구 C가 가장 높고, 알칼리 처리구인 T2가 가장 낮았다. 전체적으로 산 처리구인 T1이 다른 두 처리구에 비하여 명도는 높고 적색도와 황색도는 낮아 결과적으로 백색도가

가장 높았다. 일반적인 수세법에 의한 수리미 제조 시 Nowsad 등(2000)은 수세횟수가 증가할수록 육색소 등을 함유한 근형질 단백질이 제거되기 때문에 닭고기 수리미의 적색도는 감소하고 명도는 증가한다고 하였다.

Table 3. Surface color on chicken breast surimi

Treatments ¹⁾	C	T1	T2
L*	83.80±1.13 ^a	83.84±0.86 ^a	82.41±0.97 ^b
a*	-1.69±0.12 ^a	-2.35±0.17 ^b	-1.91±0.43 ^a
b*	12.14±0.91 ^a	11.20±0.40 ^{ab}	10.01±1.06 ^b

¹⁾ C (four times washing), T1 (adjusted to pH 3.0), T2 (adjusted to pH 11.0).

^{a-b} Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.

4. 조직감

닭가슴살을 이용해 수세법과 pH 조절법에 의해 제조된 수리미의 조직감은 Table 4에 나타내었다. 조직감에서 표면경도 및 경도는 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 응집성은 산 처리구인 T1이 다른 두 구보다 낮았으며, 탄력성과 씹힘성은 수세법인 처리구 C에 비하여 산 처리구인 T1과 알칼리 처리구인 T2가 높았다. 겹성은 처리구 C와 T1에 비하여 T2가 높았다. 조직감의 대부분 항목에서 알칼리 처리구인 T2가 다른 두 구에 비하여 가장 높아 치밀한 조직을 나타내었다.

Table 4. Textural properties on chicken breast surimi

Treatments ¹⁾	C	T1	T2
Brittleness (kg)	0.27± 0.04	0.21± 0.13	0.30± 0.10
Hardness (kg)	0.30± 0.05	0.35± 0.22	0.34± 0.12
Cohesiveness (%)	54.40± 8.19 ^a	39.82± 6.59 ^b	47.99± 3.53 ^a
Springiness (mm)	9.98± 4.31 ^b	13.64± 0.47 ^a	13.72± 0.39 ^a
Gumminess (kg)	17.33± 3.54 ^b	18.55± 6.37 ^b	24.09± 2.66 ^a
Chewiness (kg/mm)	164.04±59.73 ^b	251.77±81.70 ^a	273.02±46.29 ^a

¹⁾ C (four times washing), T1 (adjusted to pH 3.0), T2 (adjusted to pH 11.0).

^{a-b} Means with different superscripts in the same row significantly differ at p<0.05.

Table 5. Sensory scores²⁾ on chicken breast surimi

Treatments ¹⁾	C	T1	T2
Appearance	4.42 ± 0.99 ^b	6.43 ± 1.07 ^a	5.07 ± 1.66 ^b
Color	4.51 ± 1.19	5.74 ± 1.57	4.72 ± 1.83
Aroma	4.17 ± 0.56	4.62 ± 0.84	4.24 ± 0.63
Flavor	3.82 ± 0.86 ^b	4.75 ± 0.82 ^a	4.34 ± 0.95 ^{ab}
Juiciness	5.11 ± 0.99	5.34 ± 1.34	5.43 ± 1.35
Tenderness	5.24 ± 1.75	5.65 ± 1.35	5.97 ± 2.18
Overall acceptability	4.50 ± 0.92	4.92 ± 1.10	4.44 ± 0.97

¹⁾ C (four times washing), T1 (adjusted to pH 3.0), T2 (adjusted to pH 11.0).

²⁾ Sensory scores were assessed on 9 point scale base on 1=extremely bad or slight, 9=extremely good or much.

^{a-b} Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p < 0.05$.

5. 관능검사

닭가슴살을 이용해 수세법과 pH 조절법에 의해 제조된 수리미의 관능검사 결과를 Table 5에 나타내었다. 외관은 수세법으로 처리한 C와 알칼리 처리한 T2에 비하여 산 처리한 T1이 가장 높은 평가를 받았으며, 맛은 산 처리구인 T1이 가장 높고, 수세법으로 처리한 C가 가장 낮았으며, pH 조절에 의한 산과 알칼리 처리구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 색, 향, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도 항목들은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다.

IV. 요약

닭가슴살을 이용해서 수리미 제조 시 4회 수세한 처리구 C, pH 3.0으로 산 처리한 T1, pH 11.0으로 알칼리 처리한 T2로 하여 그 품질 특성을 비교한 결과 일반성분에서 수분, 조 단백질과 염용성 단백질 및 수율은 수세법에 의한 C에 비하여 pH 조절법으로 한 두 구가 높았으며, 조지방 함량은 T2가 다른 두 구에 비하여 높았다. pH, 보수력, 파괴강도, 변형값은 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전단가는 T2가 가장 높았고, T1, C 순이었다. 색의

L*값은 T2가 다른 두 구보다 낮았으며, a*값은 T1이 다른 두 구에 비하여 낮았다. b*값은 C가 가장 높았고, T2가 가장 낮았다. 조직감에서 표면경도 및 경도는 처리 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 응집성은 T1이 다른 두 구보다 낮았으며, 탄력성과 씹힘성은 C에 비하여 T1과 T2가 높았다. 겹침성은 C와 T1에 비하여 T2가 높았다. 조직감의 대부분 항목에서 T2가 가장 높았다. 관능검사 결과 외관과 맛은 T1이 가장 높고, C가 가장 낮았다. 색, 향, 다즙성, 연도 및 전체적인 기호도는 처리 간에 유의적인 차이가 없었다. 종합적으로 수세법으로 처리한 C 보다는 산과 알칼리 처리한 T1과 T2가 수율과 전반적인 조직 특성에서 양호하였으며, pH 조절한 산과 알칼리 처리 간에는 산 처리한 T1 보다는 T2가 육색면에서 명도는 낮았으나 전단가가 높아 더 치밀한 조직을 나타내었다.

V. 사 사

이 논문은 2004년도 진주산업대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구된 것으로 이에 감사드립니다.

VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis 15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Choi, J. D. and Choi, Y. J. 2003. Optimum formulation of starch and non-muscle protein for alkali surimi gel from jack mackerel. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:1032-1038.
3. Davis, N. 1988. Fatty fish utilization: upgrading from feed to food. UNC Sea Grant Publication 88-04, Raleigh, NC, USA.
4. Hultin, H. O. and Kelleher, S. D. 2000. Surimi processing from dark muscle fish. In *Surimi and Seafood*. J. W. Park (Ed.), Marcel Dekker, New York. p. 59-77.
5. Jiang, S. T., Ho, M. L., Jiang, S. H., Lo, L. and Chen, H. C. 1998. Color and quality of mackerel surimi as affected by alkaline washing and ozonation. *J. Food Sci.* 63:652-655.
6. Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J. and Choi, Y. J. 2004. Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-2. Properties of functional protein gel from fish, chicken breast and pork leg and optimum formulation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33:1676-1684.
7. Lin, T. M. and Park, J. W. 1996. Extraction of proteins from Pacific whiting mince at various washing conditions. *J. Food Sci.* 61:432-438.
8. MacDonald, G. A., Lelievre, J. and Wilson, N. D. C. 1992. Effect of frozen storage on the gel-forming properties of hoki (*Macruronus novaezelandiae*). *J. Food Sci.* 57:69-71.
9. Morrissey, M. T. and Tan, S. M. 2000. World resources for surimi. In *Surimi and Seafood*. J. W. Park (Ed.), Marcel Dekker, New York. p. 1-21.
10. Nowsad, A. A. K. M., Kanoh, S. and Niwa, E. 2000. Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi. *Meat Sci.* 54:169-175.
11. Okada, M. 1964. Effect of washing on the jelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 30:255-261.
12. Pacheco-Aguilar, R., Crawford, D. L. and Lampila, L. E. 1989. Procedures for the efficient washing of minced whiting (*Merluccius products*) flesh for surimi production. *J. Food Sci.* 54:248-252.
13. Park, J. D., Jung, C. H., Kim, J. S., Cho, D. M., Cho, M. S. and Choi, Y. J. 2003. Surimi processing using acid and alkali solubilization of fish muscle protein. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32:400-405.
14. Park, J. D., Jung, C. H., Kin, J. S., Cho, M. S. and Choi, Y. J. 2003a. Surimi processing using acid alkali solubilization of fish muscle protein. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32:400-405.
15. Park, J. D., Yoon, S. S., Jung, C. H., Cho, M. S. and Choi, Y. J. 2003b. Effect of sarcoplasmic protein and NaCl on heating gel from fish muscle surimi prepared by acid and alkaline processing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32:567-573.
16. Park, J. W. 1994. Functional protein additives in surimi gels. *J. Food Sci.* 59:525-527.
17. Park, J. W. and Morrissey, M. T. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In *Surimi and Surimi Seafood*. J. W. Park (ed.), Marcel Dekker, New York. p. 23-58.
18. Park, J. W., Lin, T. M. and Yongsawatdigul, J. 1997. New Developments in manufacturing of International. 13:577-610.
19. Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, and Lanier, T. C. 2004. Chicken plasma protein: proteinase inhibitory activity and its effect on surimi gel properties. *Food Res. Inter.* 37:156-165.
20. Riley, C. 2002. Surimi market changes in demand. Proceeding of 4th OSU surimi Technology School, November 4-6, Amari Atrium Hotel, Bangkok.
21. SAS. 1999. SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC. USA.
22. Shimizu, Y., Toyohara, H. and Lanier, T. C. 1992. Surimi production from fatty and dark-fleshed fish species. In *Surimi Technology*. T. C. Lanier, C. M. Lee(Eds.), Marcel Dekker, New York. p. 181-207.
23. Simpson, R., Kolbe, E., MacDonald, G., Lanier, T. C. and Morrissey, M. 1994. Surimi production from partially processed and frozen Pacific whiting (*Merluccius productus*). *J. Food Sci.* 59:272-276.
24. Suzuki, T. 1981. Fish and krill protein : Processing technology. Applied Science Publishers Ltd, London. p. 5-61.

25. Toyoda, K., Kimura, L., Fujita, T., Noguchi, S. F. and Lee, C. M. 1992. The surimi manufacturing process. In Surimi Technology. T. C. Lanier, C. M. Lee (Eds.), Marcel Dekker, New York. p. 79-112.
26. Underland, I., Kelleher, S. D. and Hultin, H. O. 2002. Recovery of functional proteins from herring (*Clupea harengus*) light muscle by an acid or alkaline solubilization process. J. Agric. Food Chem. 50: 7371-7379.
27. Venugopal, V., Kakatkar, A., Bongirwar, D. R., Karthikeyan, M., Mathew, S. and Shamasundar, B. A. 2002. Gelation of shark meat under mild acidic conditions: Physicochemical and rheological characterization of the gel. J. Food Sci. 67:2681-2686.
28. Watabe, S., Maruyama, J. and Hashimoto, K. 1983. Myofibrillar ATPase activity of mackerel ordinary and dark muscles. Nippon Suisan Gakkaishi. 49: 655-662.
- (접수일자 : 2005. 9. 28. / 채택일자 : 2005. 11. 24.)